

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-89811

(43)公開日 平成5年(1993)4月9日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 J 37/04
37/317

A 9069-5E
C 9172-5E

H 0 1 L 21/265

// G 0 1 T 1/29

B 7204-2G
8617-4M

H 0 1 L 21/ 265

T

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号

特願平3-248812

(22)出願日

平成3年(1991)9月27日

(71)出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72)発明者 磯部 倫郎

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日

新電機株式会社内

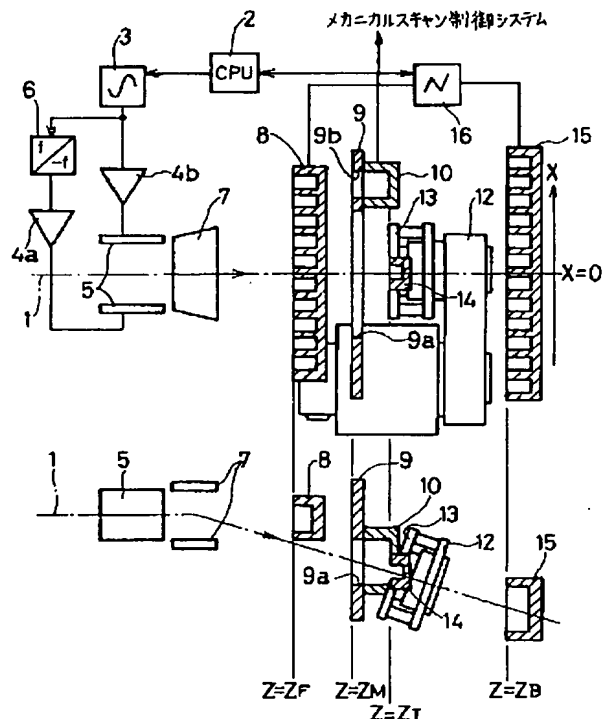
(74)代理人 弁理士 原 謙三

(54)【発明の名称】 イオン注入均一性予測方法

(57)【要約】

【構成】 走査速度とビームプロファイルとの関係から求められる分布関数を用いてターゲットへの注入均一性を予測するものである。そして、走査速度は、イオンビーム1の軸線上における前後2個所に配置された第1および第2多点モニタ8・15から得られ、ビームプロファイルは、走査方向におけるビームスポットの電流分布から得られる構成である。

【効果】 走査速度とビームプロファイルとの関係から求められる正確な分布関数を用いて注入均一性を予測することができるため、たとえビームスポットが大きな場合でも、実際にターゲットにイオン注入することなく、ターゲットの注入量分布を正確に予測することができる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 走査速度とビームプロファイルとの関係から求められる分布関数を用いてターゲットへの注入均一性を予測するイオン注入均一性予測方法であって、上記走査速度がイオンビームの軸線上における前後2個所に配置された多点モニタから得られ、上記ビームプロファイルが走査方向におけるビームスポットの電流分布から得られることを特徴とするイオン注入均一性予測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ターゲットとドーズモニタとを空間的に異なる配置で有したイオン注入装置のイオン注入均一性予測方法に関するものであり、詳細には、イオン注入時の注入均一性を予測してイオン注入するイオン注入均一性予測方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図1参照のイオン注入装置のターゲットへの注入均一性は、ビーム走査方向の注入量の分布関数 $D(x)$ により予測することが可能になっている。

【0003】 即ち、従来のイオン注入均一性の予測方法を説明すると、まず、データロガーでサンプリングした*

$$X(j) = \frac{(Z_B - Z)X_F(j) + (Z - Z_F)X_B(j)}{Z_B - Z_F} \quad (1)$$

【0006】 この関数 $X(j)$ から Z 面上の任意の点 X における走査速度を下記のように求める。

$$V_T(t) = \frac{d}{dt} X(j(t)) = \frac{d}{dj} X(j) \frac{dj}{dt} \quad (2)$$

【0008】 波形データの逆関数を $T(x)$ とおくと、 Z 面上の任意の点 X における走査速度 $V(x)$ は、下記のように表される。

$$V(x) = V_T(T(x)) \quad (3)$$

【0010】 上記の走査速度 $V(x)$ をビーム走査の往復それぞれについてを求め、走査速度 $V_{up}(x)$ および走査速度 $V_{dn}(x)$ とおく。点 X は、イオンビームを1周期走査する間にイオンビーム1が往復2回通過する。これにより、注入量が大きく変動する（例えば1%程

$$D(x) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{|V_{up}(x)|} + \frac{1}{|V_{dn}(x)|} \right) \quad (4)$$

【0012】 このような方法で求めた注入量分布の予測と、シート抵抗値から求めた注入量分布を図4に示す。この予測結果からも予測が可能になっている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来のイオン注入均一性予測方法では、ビームスポットが大きな場合、上述の(4)式の分布関数 $D(x)$ が小さ

* 前後する第1および第2多点モニタの或るチャンネルのビーム電流波形からイオンビームが通過した時刻 t を知ることにより、その時刻に任意波形発生器3が出力した電圧データ値 $j(t)$ を求める。これにより、第1および第2多点モニタの全てのチャンネルにおいて、このような電圧データ値 $j(t)$ を求めることにより、予め判っているモニタ位置 $X(i)$ と併せて図3に示すような一連のデータ点17が得られることになる。そして、この一連のデータ点17に適当な内挿や外挿を加えることで、電圧データ値 $j(t)$ とイオンビームの位置であるビーム位置との関係曲線18の関数 $X(j)$ が求められることになる。

【0004】 このようにして得られる関数 $X(j)$ を第1多点モニタの存在する $Z = Z_F$ 面および第2多点モニタの存在する $Z = Z_B$ 面でそれぞれ求め、 $X_F(j)$ および $X_B(j)$ とおく。イオンビームは、走査電極を通過するとき以外は直進するので、任意の面 Z での電圧データ値 $j(t)$ とビーム位置との関数 $X(j)$ は、下記のように表される。

【0005】

【数1】

※【0007】

【数2】

★【0009】

【数3】

☆度) 距離に対してビームスポットが十分に小さな場合、ビーム走査方向の注入量の分布関数 $D(x)$ を下記のように表すことができる。

【0011】

【数4】

なビームスポットを前提としたものであるため、予測の精度が低下することになる。

【0014】 ビームスポットが大きな場合には、正確な分布関数 $D(x)$ は下記のように表される。

【0015】

【数5】

(3)

$$D(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{P(x_1 - x)}{2} \left(\frac{1}{|V_{up}(x_1)|} + \frac{1}{|V_{dn}(x_1)|} \right) dx_1 \quad (5)$$

P(x); ビームプロファイル関数

【0016】従って、X方向（走査方向）のビームプロファイルP（x）を求める必要がある。よって、本発明においては、上記のビームプロファイルを測定することで、大きなビームスポットの場合でも正確な注入均一性を予測することができるイオン注入均一性予測方法を提供することを目的としている。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明のイオン注入均一性予測方法は、上記課題を解決するために、走査速度とビームプロファイルとの関係から求められる分布関数を用いてターゲットへの注入均一性を予測するものであり、上記走査速度がイオンビームの軸線上における前後2個所に配置された多点モニタから得られ、上記ビームプロファイルがビームスポットの走査方向における電流分布から得られることを特徴としている。

【0018】

【作用】上記の構成によれば、イオンビームの走査速度がイオンビームの軸線上に配置された前後の多点モニタにより求められ、ビームプロファイルがビームスポットの走査方向における電流分布から求められる。従って、このイオン注入均一性予測方法は、走査速度とビームプロファイルとの関係から求められる正確な分布関数を用いて注入均一性を予測することができるため、たとえビームスポットが大きな場合でも、実際にターゲットにイオン注入することなく、ターゲットの注入量分布を正確に予測することができる。

【0019】

【実施例】本発明の一実施例を図1および図2に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0020】本実施例に係るイオン注入均一性予測方法は、ハイブリッドスキャン方式のイオン注入装置で実行されるようになっている。このイオン注入装置は、図1に示すように、イオンビーム1をX方向に走査するビーム走査系を有している。このビーム走査系は、CPU部2による指示で走査電圧を出力する任意波形発生器3と、この任意波形発生器3から出力された走査電圧を位相反転する位相反転器6と、位相反転器6に接続された高電圧アンプ4aと、任意波形発生器3に接続された高電圧アンプ4bと、上記の両高電圧アンプ4a・4bにより増幅された走査電圧が印加される一対の走査電極5・5とからなっている。

【0021】上記の走査電極5・5のイオンビーム1の進行方向側には、所定電圧を印加された一対の偏向電極7・7が配設されている。これらの偏向電極7・7は、

イオンビーム1の進行中に荷電粒子の進行方向を第1多点モニタ8および第2多点モニタ15方向へ曲折させる一方、中性粒子を直進させることで、荷電粒子と中性粒子とを分離するようになっており、分離された荷電粒子からなるイオンビーム1の進行方向であるビーム進行方向のZ=Z_F面には、イオンビーム1の入射によりビーム電流信号を出力する複数のチャンネルを有した第1多点モニタ8が配設されている。

【0022】また、Z=Z_F面からビーム進行方向に位置したZ=Z_M面には、不要なイオンビーム1を遮断するマスキングスリット9が配設されている。このマスキングスリット9には、面積S₁のターゲット用開口部9a、面積S₂のドーズモニタ用開口部9bが設けられている。このドーズモニタ用開口部9bには、図示しないメカニカルスキャン制御システムに接続されたドーズモニタ10が設けられており、このドーズモニタ10は、イオン注入中にビーム電流量を測定してメカニカルスキャンの速度を制御させるようになっている。

【0023】また、Z=Z_M面からビーム進行方向に位置したZ=Z_T面には、CPU部2に接続されたビームプロファイルモニタ14が設けられていると共に、イオン照射対象物であるターゲット13がメカニカルスキャン機構12により位置されている。そして、上記のメカニカルスキャン機構12は、ビーム走査方向（X方向）に対して垂直方向にターゲット13を往復移動させるようになっている。

【0024】さらに、Z=Z_T面からビーム進行方向に位置したZ=Z_B面には、イオンビーム1の入射によりビーム電流信号を出力する複数のチャンネルを有した第2多点モニタ15が配設されている。この第2多点モニタ15は、上述の第1多点モニタ8と共にデータロガー16に接続されており、このデータロガー16は、CPU部2に接続されている。

【0025】そして、CPU部2は、イオンビーム1のビームスポットが十分に小さな場合、第1多点モニタ8および第2多点モニタ15の各チャンネルのビーム電流信号を信号処理して注入均一性を予測するようになっている。また、ビームスポットが大きな場合には、第1多点モニタ8および/または第2多点モニタ15、或いはビームプロファイルモニタ14によりビームプロファイルを確認した後、このビームプロファイルと第1および第2多点モニタ8・15の各チャンネルのビーム電流信号とを信号処理して注入均一性を予測するようになっている。

(4)

5

【0026】尚、上記のイオン注入装置には、非パラレルスキャン型が用いられているが、これに限定されることなく、パラレルスキャン型が用いられていても良い。

【0027】次に、ビームスポットが大きな場合のイオン注入均一性予測方法について説明する。

【0028】先ず、ビームスポットが大きな場合には、上述の(5)式の正確な分布関数 $D(x)$ を使用する必要があるため、 X 方向(走査方向)のビームプロファイルを知る必要がある。このビームプロファイルは、ビームプロファイルモニタ14を用いて知ることができると共に、第1多点モニタ8および/または第2多点モニタ*

$$P(x) = P_m(T(x + x_0))$$

x_0 : モニターの位置

【0031】尚、ビームプロファイルデータの収集の際には、ビーム走査の往復で違いがないはずなのでビームプロファイル関数 $P(x)$ を往復の平均として求める。

【0032】この際、ビームスポットが非常に大きな場合には、イオンビーム1の発散角も大きなものであると予測される。従って、第1および第2多点モニタ8・15をビームプロファイルモニタとして使用する場合には、注入量分布を求めるために必要なターゲット13上でのビームスポットとモニタしたビームプロファイルとが一致しない可能性があり、この場合には、次のようにビームプロファイル関数 $P(x)$ を求めることができ ※

$$P(x) = \frac{x_{B1/2}(Z_B - Z) - x_{F1/2}(Z - Z_F)}{x_{B1/2}(Z_B - Z_F)} P_F \left(\frac{x_{B1/2}(Z_B - Z) + x_{F1/2}(Z - Z_F)}{x_{B1/2}(Z_B - Z_F)} x \right) \quad (7)$$

【0035】または、

【0036】

$$P(x) = \frac{x_{B1/2}(Z_B - Z) + x_{F1/2}(Z - Z_F)}{x_{F1/2}(Z_B - Z_F)} P_B \left(\frac{x_{B1/2}(Z_B - Z) + x_{F1/2}(Z - Z_F)}{x_{F1/2}(Z_B - Z_F)} x \right) \quad (8)$$

【0037】(7)式または(8)式のようにして求めたビームプロファイル関数 $P(x)$ を用いることで、(5)式による注入量分布の予測を行うことができる。尚、実際の数値計算においては、(5)式の積分範囲は、ビームプロファイルの1/10程度(正規分布を仮

6

*15の1チャンネルをビームプロファイルモニタとして用いて知ることができる。

【0029】即ち、ビームプロファイルモニタ14や第1および第2多点モニタ8・15のビームプロファイルモニタから得られるビーム電流波形は、図2に示すようになる。ビームプロファイルモニタ14で測定したビームプロファイルを $P_m(t)$ とおくと、(5)式におけるビームプロファイル関数 $P(x)$ は、下記のように表される。

【0030】

【数6】

(6)

※る。

【0033】即ち、 $Z = Z_F$ 面および $Z = Z_B$ 面でのビームプロファイル関数をそれぞれ $P_F(x)$ および $P_B(x)$ とし、半値幅 $x_{F1/2}$ および $x_{B1/2}$ を求める。 $Z = Z_F$ 面と $Z = Z_B$ 面との間でイオンビーム1が一様に発散していると仮定すると、ターゲット13上でのビームプロファイル関数 $P(x)$ は、下記のように求められる。

【0034】

【数7】

30 ★ 【数8】

★

☆定するとビーム電流の約98%が納まる)として求める。

【0038】

【数9】

$$D(x) = \int_{x-x_{1/10}}^{x+x_{1/10}} \frac{P(x_1-x)}{2} \left(\frac{1}{|V_{up}(x_1)|} + \frac{1}{|V_{dn}(x_1)|} \right) dx_1 \quad (5)'$$

【0039】これにより、注入量分布の予測は、ビームスポットの大きさやビームプロファイルの形状に影響を受けることがない。

【0040】このように、本実施例のイオン注入均一性予測方法は、走査されたイオンビーム1の軌道をイオンビーム1の軸線上の前後2個所に配置された第1および

第2多点モニタ8・15を用いて求めてターゲット13上およびドーズモニタ10上のビーム位置および走査速度を求め、第1または第2多点モニタ8・15の1チャンネル、ビームプロファイルモニタ14を走査方向におけるビームスポットの電流分布の測定に用い、(5)式や(5)'式によりターゲット13上およびドーズモニ

(5)

7

タ10上の走査方向での注入量分布を予測するようになっている。

【0041】従って、本実施例のイオン注入均一性予測方法は、たとえビームスポットが大きな場合でも、実際にターゲット13にイオン注入することなく、ターゲット13の注入量分布を上述の(5)式や(5)'式等の計算式により求めることができる。また、 $Z=Z_T$ 面を適当に選択することにより、イオンビーム1に垂直な任意の面での注入量分布を容易に把握することができると共に、注入量の測定が困難な注入条件でも容易に注入均一性を把握することができる。

【0042】

【発明の効果】本発明のイオン注入均一性予測方法は、以上のように、走査速度とビームプロファイルとの関係から求められる分布関数を用いてターゲットへの注入均一性を予測するものであり、上記走査速度がイオンビームの軸線上における前後2個所に配置された多点モニタから得られ、上記ビームプロファイルが走査方向におけるビームスポットの電流分布から得られる構成である。

【0043】これにより、走査速度とビームプロファイルとの関係から求められる正確な分布関数を用いて注入均一性を予測することができるため、たとえビームスポットが大きな場合でも、実際にターゲットにイオン注入することなく、ターゲットの注入量分布を正確に予測することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のイオン注入装置の概略構成を示す説明

8

図である。

【図2】ビーム電流波形の説明図である。

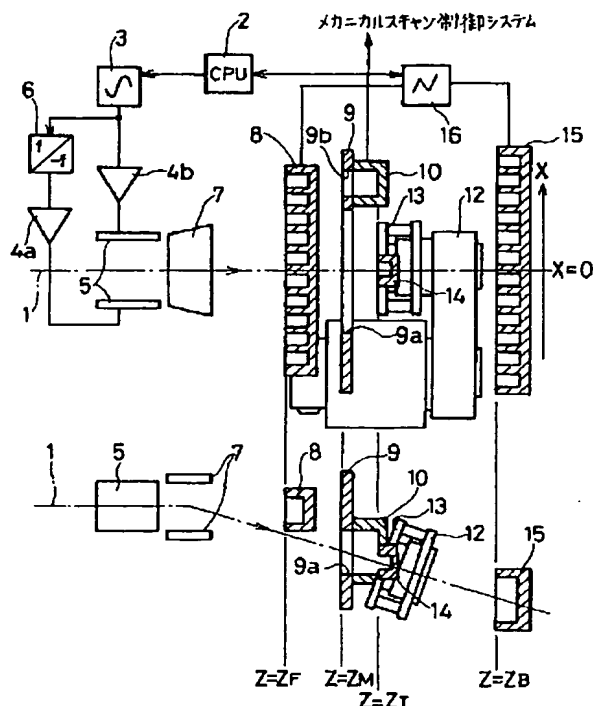
【図3】従来の電圧データ値とビーム位置との関係を示す説明図である。

【図4】従来の注入量分布の予測と実測値との関係を示す説明図である。

【符号の説明】

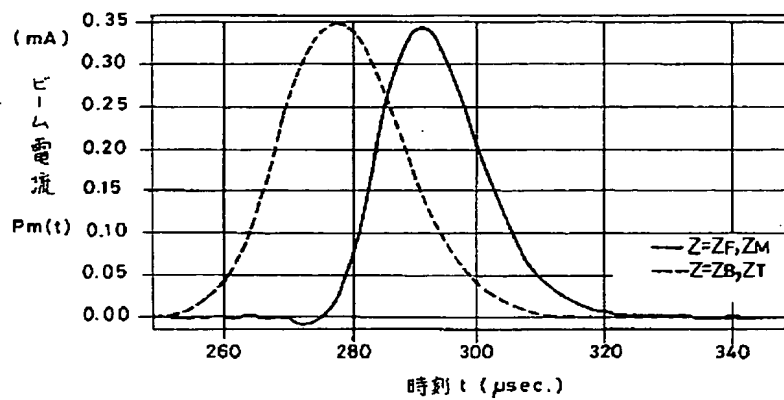
1	イオンビーム
2	CPU部
3	任意波形発生器
4 a・4 b	高電圧アンプ
5	走査電極
6	位相反転器
7	偏向電極
8	第1多点モニタ
9	マスクスリット
9 a	ターゲット用開口部
9 b	ドーズモニタ用開口部
10	ドーズモニタ
12	メカニカルスキャン機構
13	ターゲット
14	ビームプロファイルモニタ
15	第2多点モニタ
16	データロガー
17	データ点
18	関係曲線

【図1】

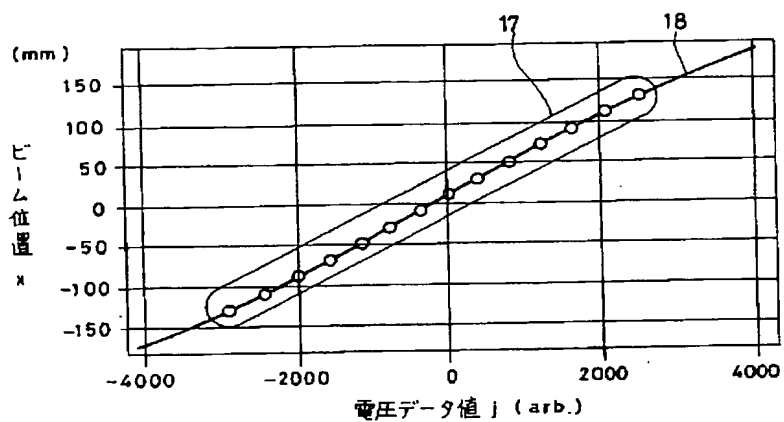


(6)

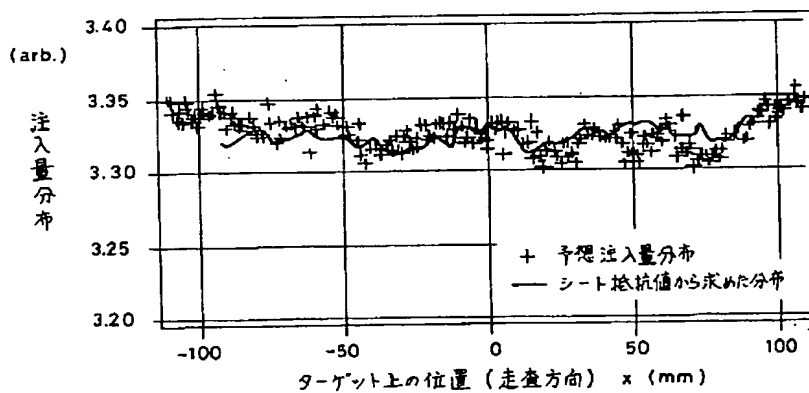
【図2】



【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.